

KAJIAN STABILITAS LERENG PADA JALAN AKSES JEMBATAN TAYAN DAN PENANGGULANGANNYA

Robie Asta¹ Ahmad Faisal², Eka Priadi²,

ABSTRAK

Pembangunan jalan akses Jembatan Tayan memiliki kendala karena akan dibangun di daerah lereng. Pembangunan jalan akses akan menambah beban pada tanah. Apabila beban tersebut memberikan tegangan geser yang melebihi tahanan geser tanah, maka akan menyebabkan kelongsoran. Untuk itu perlu dilakukan kajian terhadap stabilitas lereng dan memberikan alternatif penanggulangannya. Analisis kestabilan lereng dilakukan secara analisis manual menggunakan metode *Simplified Bishop* maupun secara komputerisasi menggunakan program GeoStudio. Hasil analisis menunjukkan bahwa keempat lereng dalam kondisi tidak stabil pada posisi *Toe Failure* dan *Base Failure*, untuk itu dilakukan perkuatan pada kaki lereng dengan dinding penahan tanah. Akan tetapi perkuatan dengan dinding penahan tanah tidak dapat dilakukan karena dinding penahan tanah tidak mampu menahan gaya *overturning*, *sliding* dan *bearing capacity*, maka perkuatan diganti dengan turap. Setelah melakukan kontrol pada lereng dengan perkuatan turap menggunakan program Plaxis, hasilnya lereng masih menunjukkan kondisi yang tidak stabil. Setelah mengkaji ulang dengan meninjau ketinggian kritis dan pembebanan lereng, dilakukan analisis ulang terhadap lereng dengan beberapa ketinggian menggunakan program GeoStudio. Hasilnya adalah dengan menurunkan ketinggian menjadi 12 meter, lereng menunjukkan kondisi yang stabil tanpa perlu perkuatan. Alternatif lain yang dapat dilakukan apabila ketinggian lereng tidak dapat diturunkan adalah dengan memberikan perkuatan berupa penulangan tanah agar lereng tetap stabil.

Kata kunci: *stabilitas lereng, penanggulangan kelongsoran, dinding penahan tanah*

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat berencana membangun jembatan yang menghubungkan Kecamatan Tayan Hilir dengan Kecamatan Piasak dan Kecamatan Terajuk di Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Jembatan Tayan ini akan menjadi bagian dari jalan Trans Kalimantan poros Selatan yang menghubungkan Provinsi Kalimantan Barat dengan Kalimantan Tengah.

Pembangunan jembatan Tayan tentunya akan diikuti dengan pembangunan jalan akses-nya. Jalan akses merupakan jalan yang menghubungkan Jembatan Tayan ke jalan utama yang berada di Kabupaten Sanggau. Pembangunan jalan akses tersebut memiliki beberapa kendala, salah satunya bentuk topografi daerah yang tidak merata. Ada bagian jalan akses di Desa Kawat yang akan dibangun di lahan yang memiliki lereng.

Pembangunan jalan akses akan menambah beban pada tanah dan akan berpengaruh terhadap kestabilan lereng tersebut. Apabila beban akibat jalan akses memberikan tegangan geser yang melebihi tahanan geser dari tanah, maka akan terjadi pergeseran tanah yang akan menyebabkan kelongsoran pada lereng tersebut.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, perlu dilakukan kajian terhadap stabilitas lereng pada jalan akses Jembatan Tayan dan memberikan alternatif penanggulangan apabila berpotensi terjadi kelongsoran.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data Tanah

Untuk parameter sifat fisik dan mekanik tanah dipakai data tes laboratorium yang dilaksanakan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Barat dan data sondir yang dilaksanakan Laboratorium Mekanika Tanah Fak. Teknik Univ. Tanjungpura.

¹ Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak

² Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak

simplified Bishop mengasumsikan dimana bidang longsor dianggap berbentuk sebuah busur lingkaran dan kemudian massa di atas bidang longsor dibagi ke dalam sejumlah irisan vertikal (pias). Metode ini juga mengasumsikan gaya-gaya geser yang bekerja pada bidang pertemuan antar potongan dapat diabaikan sehingga hanya gaya-gaya horisontal yang dihitung.

Persamaan faktor keamanan yang digunakan dalam metode *Simplified Bishop* adalah:

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^n (c \cdot b_n + W_n \cdot \tan \varphi) \frac{1}{m \alpha_n}}{\sum_{n=1}^n W_n \cdot \sin \alpha_n}$$

Gambar 2.1 Irisan lereng dengan metode *Simplified Bishop*.

Sedangkan GeoStudio adalah sebuah paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geo lingkungan. Software ini melingkupi SLOPE/W, SEEP/W, SIGMA/W, QUAKE/W, TEMP/W, dan CTRAN/W. SLOPE/W merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan batuan. Dengan SLOPE/W dapat dilakukan analisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekan pori air, sifat tanah dan beban terkonsentrasi.

Sumber : Lab. Mekanika Tanah Fak. Teknik Untan, 2012.

Dalam menganalisis stabilitas lereng sangat diperlukan data beban yang bekerja di atas lereng tersebut. Pada kasus ini, beban yang akan bekerja di atas lereng adalah beban konstruksi jalan dan beban kendaraan.

Metode yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng yaitu dengan menggunakan metode *Simplified Bishop* dan program komputer GeoStudio. Metode

2.4. Metode Penanggulangan Kelongsoran

Jenis penanggulangan kelongsoran dengan menggunakan metode dinding penahan tanah karena lebih sesuai dengan permasalahan dan kondisi lapangan di daerah studi kasus. Dinding penahan sangat cocok digunakan untuk mengatasi permasalahan pada skripsi ini, karena dapat dilakukan desain sendiri sesuai dengan kebutuhan lapangan.

Di dalam konstruksi dinding penahan tanah, dikenal konstruksi dinding penahan tanah kaku (terdiri dari dinding penahan tanah pasangan batu, beton ataupun beton bertulang) dan konstruksi dinding penahan tanah lentur atau biasa disebut dengan dinding turap (dapat terbuat dari kayu, beton maupun baja). Dari segi ukuran, turap lebih unggul dibandingkan dinding penahan tanah biasa karena tingginya dapat mencapai 30 meter atau lebih, disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Dari segi pengerjaan lapangan, dinding penahan biasa lebih mudah pelaksanaannya dibandingkan turap, tetapi untuk waktu pelaksanaan keduanya memiliki tenggang waktu yang sama cepatnya (kecuali turap baja yang tenggang waktunya lebih lama karena proses pemesanan).

3. ANALISA PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

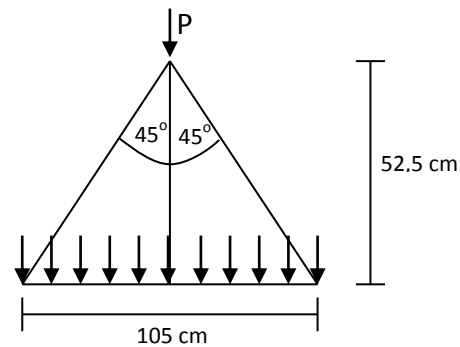
3.1. Pembebanan pada Lereng

Pembebanan yang terjadi pada lereng harus diperhitungkan. Terutama beban yang terletak dibagian atas lereng, karena beban tersebut akan sangat berpengaruh terhadap kestabilan suatu lereng.

A. Beban Kendaraan

Dalam perencanaannya, jalan akses Jembatan Tayan masuk dalam klasifikasi jalan arteri (jalan nasional) karena jalan tersebut merupakan penghubung ke jalan trans kalimantan poros selatan. Berdasarkan PP no.43 th.1993 pasal 11, muatan sumbu terberat (MST) kendaraan yang diizinkan melewati jalan kelas 1 (jalan arteri) adalah sebesar 10 ton.

Distribusi beban muatan sumbu dimulai dari pertemuan roda kendaraan dengan permukaan jalan yang kemudian menyebar disepanjang ketebalan konstruksi jalan dengan sudut 45° . Beban MST sebesar 10 ton yang merupakan beban terpusat dibagi dua untuk masing-masing roda dan dialihkan menjadi beban terbagi rata yang tersebar dibawah perkerasan yang seperti terlihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Distribusi beban muatan sumbu ke badan jalan.

Beban terbagi rata akibat distribusi muatan sumbu kendaraan ke badan jalan adalah :

$$5 \text{ ton} : (1,05)^2 \text{ m}^2 = 4,535 \text{ t/m}^2$$

B. Beban Konstruksi Jalan

Dalam perencanaannya, jalan akses Jembatan Tayan memiliki tebal dan jenis lapisan perkerasan seperti gambar 4.2

AC - WC	4 cm
AC - BW	6 cm
AC - BASE	7,5 cm
LPA	15 cm
LPB	20 cm

Gambar 3.2 Lapisan perkerasan jalan akses Jembatan Tayan.

Untuk lapisan AC (Asphalt Concrete) memiliki berat volume $\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$, untuk lapisan LPA (Lapisan Pondasi Atas) memiliki

berat volume $\gamma = 1700 \text{ kg/m}^3$ dan untuk lapisan LPB (Lapisan Pondasi Bawah) memiliki berat volume $\gamma = 1800 \text{ kg/m}^3$.

Maka beban keseluruhan dari konstruksi jalan yaitu :

$$((0,04 + 0,06 + 0,075) \times 1600) + (0,15 \times 1700) + (0,2 \times 1800) = 895 \text{ kg/m}^2 = 0,895 \text{ t/m}^2$$

C. Total Pembebanan

Setelah didapat beban kendaraan dan beban konstruksi jalan, maka ke dua beban tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan total pembebanan yang akan diterima tanah dasar.

$$4,535 \text{ t/m}^2 + 0,895 \text{ t/m}^2 = 5,43 \text{ t/m}^2$$

Jadi, total beban yang bekerja pada lereng adalah $5,43 \text{ t/m}^2$.

3.2. Perhitungan Stabilitas Lereng

Dalam menganalisis stabilitas lereng pada jalan akses Jembatan Tayan diambil faktor keamanan sebesar 1,5 karena beban merupakan beban permanen dan menggunakan parameter tanah yang kurang akurat, serta dengan menganggap tidak ada bangunan penduduk pada kondisi lingkungannya (J.M duncan dan A.L Buchignani, 2005).

A. Perhitungan Faktor Keamanan dengan Metode *Simplified Bishop*

Untuk hasil perhitungan faktor keamanan setiap lokasi dengan metode *Simplified Bishop* dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Nilai faktor keamanan untuk setiap lereng dan kondisi kelongsoran.

Kondisi Kelongsoran		Lokasi Lereng			
		STA 0+400	STA 0+450	STA 0+500	STA 0+550
<i>Slope Failure</i>	Jari-jari A	2,149	1,846	1,581	1,581
	Jari-jari B	2,319	1,960	1,682	1,682
	Jari-jari C	2,059	2,039	1,750	1,750
<i>Toe Failure</i>	Jari-jari A	1,547	0,878	1,122	1,122
	Jari-jari B	1,554	0,882	1,108	1,108
	Jari-jari C	1,535	0,959	1,101	1,101
<i>Base Failure</i>	Jari-jari A	1,589	1,403	1,408	1,421
	Jari-jari B	1,667	1,467	1,434	1,488
	Jari-jari C	1,571	1,408	1,440	1,425

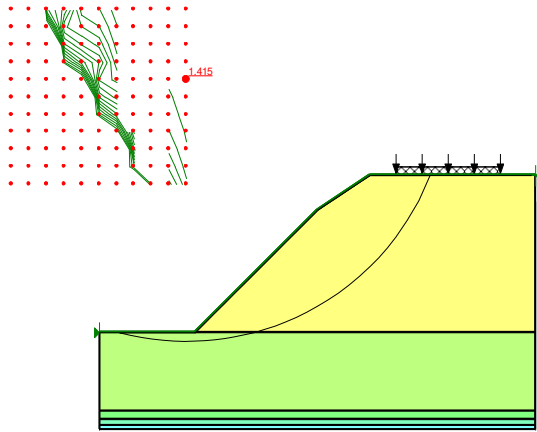
Setiap lokasi dan kondisi kelongsoran lereng menggunakan 3 jari-jari kelongsoran yang berbeda agar didapat hasil yang bervariasi. Dari Tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa disetiap lokasi pada posisi *slope failure* mempunyai rentang faktor keamanan 1,581 – 2,319, yang berarti tidak akan terjadi kelongsoran di badan lereng. Sedangkan pada posisi *toe failure* memiliki rentang 0,878 – 1,554, yang mengindikasikan bahwa lereng akan mengalami kelongsoran pada bagian kaki lereng. Untuk posisi *base failure* juga terindikasi akan terjadi kelongsoran karena memiliki rentang faktor keamanan 1,403 – 1,667.

Dengan demikian perlu dilakukan penanggulangan kelongsoran. Dalam kasus ini penanggulangan berupa pencegahan dengan memberikan perkuatan pada bagian kaki lereng.

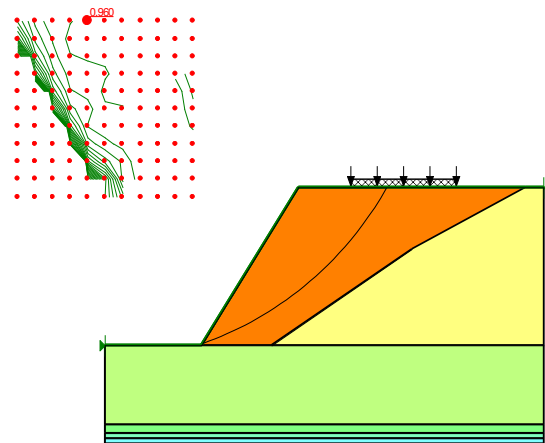
B. Perhitungan Faktor Keamanan dengan SLOPE/W pada Program GeoStudio

Setelah didapat nilai faktor keamanan secara perhitungan manual menggunakan metode *Simplified Bishop*, dilakukan lagi perhitungan faktor keamanan secara komputerisasi menggunakan tipe analisis SLOPE/W pada program GeoStudio sebagai penunjang hasil perhitungan manual.

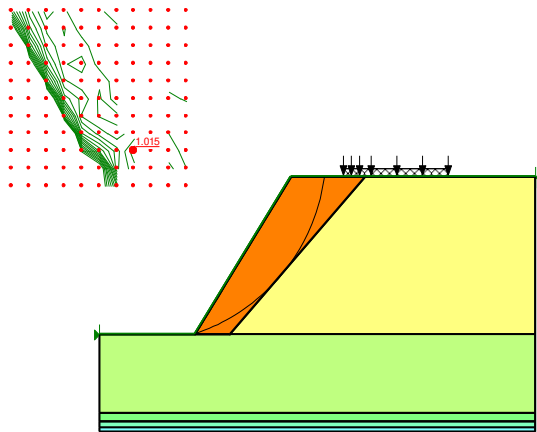
Hasil perhitungan program Geo-Slope berupa gambar yang tertera nilai faktor keamanan terkecil dari lereng, serta bidang longsor berupa garis atau busur busur lingkaran yang menunjukkan letak kelongsoran apakah di badan lereng (*slope*), kaki lereng (*toe*), atau dasar lereng (*base*).



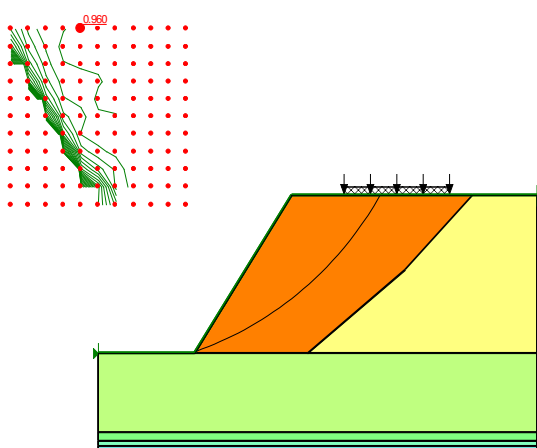
Gambar 3.3 Hasil perhitungan program Geo-Slope untuk STA 0+400.



Gambar 3.6 Hasil perhitungan program Geo-Slope untuk STA 0+550.



Gambar 3.4 Hasil perhitungan program Geo-Slope untuk STA 0+450.



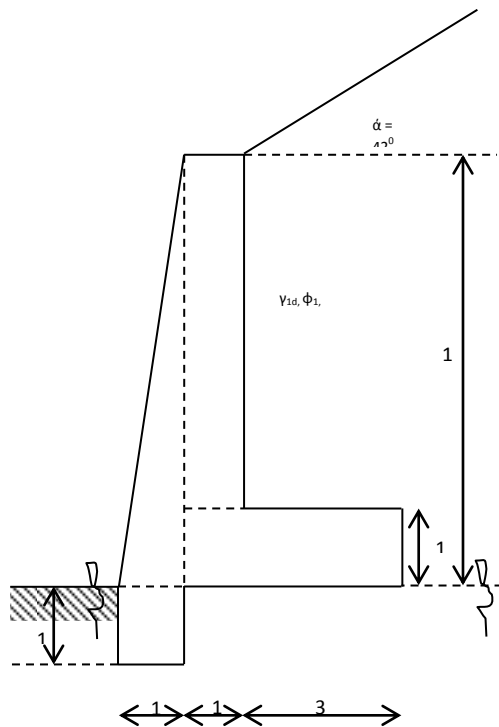
Gambar 3.5 Hasil perhitungan program Geo-Slope untuk STA 0+500.

Dari keempat hasil diatas menunjukkan bahwa keempat lereng tersebut memiliki nilai faktor keamanan dibawah nilai faktor keamanan yang diijinkan yaitu sebesar 1,5. Lereng di STA 0+400 memiliki letak kelongsoran di bawah lereng (*base failure*) sedangkan ketiga lereng lainnya memiliki letak kelongsoran yang sama yaitu pada kaki lereng (*toe failure*). Untuk itu memang diperlukan penanggulangan kelongsoran berupa pencegahan dengan memberikan perkuatan di kaki lereng.

3.3. Penanggulangan Kelongsoran

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa metode penanggulangan kelongsoran menggunakan dinding penahan tanah. Dinding penahan akan diletakkan di kaki lereng sebagai pencegah kelongsoran.

A. Perkuatan dengan Dinding Penahan Tanah



Gambar 3.7 Sket dinding penahan tanah.

- Dimensi dinding penahan tanah

Dari Gambar 3.7 diperoleh:

H'	= 10 m
B	= 5 m
T	= 1 m
Tinggi toe	= 1 m
Tinggi heel	= 1 m
Panjang toe	= 1 m
Panjang heel	= 3 m
D	= 1 m
α	= 42 °

Sisa ketinggian lereng sebesar 8 meter dianggap sebagai beban.

- Perhitungan faktor keamanan

Resume dari nilai faktor keamanan pada dinding penahan tanah dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Resume faktor keamanan pada dinding penahan tanah.

Jenis Faktor Keamanan	Nilai	Keterangan
Overturning	0,680	< 1,5, tidak ok.
Sliding	0,504	< 1,5, tidak ok.
Bearing Capacity	- 1,149	< 3, tidak ok.

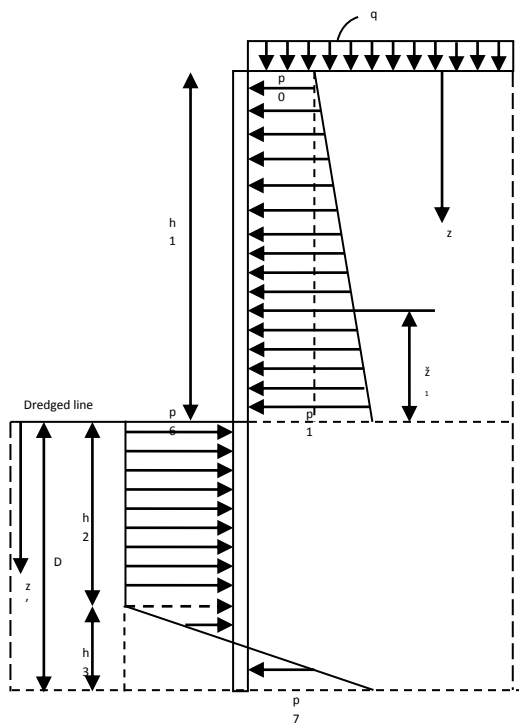
Dengan demikian, penanggulangan kelongsoran dengan metode dinding penahan tanah yang memiliki dimensi seperti diatas tidak dapat digunakan karena secara keseluruhan tidak mampu menahan gaya yang terjadi pada dinding penahan. Untuk itu digunakan metode lain yaitu dinding penahan lentur atau yang biasa disebut dengan Turap.

B. Perkuatan dengan Turap Kantilever

Direncanakan turap kantilever dengan tinggi 2 meter dari *dredged line*, sisa ketinggian lereng sebesar 16 meter dianggap sebagai beban. Gaya yang bekerja pada turap dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Didapat dimensi turap kantilever sebagai berikut:

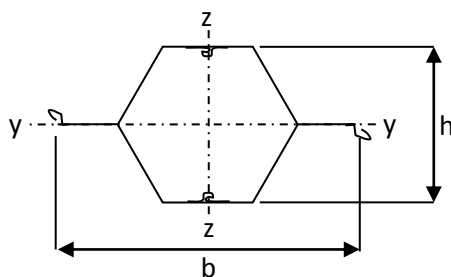
- Kedalaman (D_{teori})	= 6,802 m
- D_{aktual} ($1,4D_{teori}$)	= 9,522 m
- Momen (M_{max})	= 268,539 t-m/m
- Modulus (S)	= 13.892,000 cm ³ /m
- Panjang total (L)	= 11,522 m \approx 12 m



Gambar 3.8 Sket gaya yang bekerja pada turap.

Untuk dapat menahan modulus penampang sebesar $13.892 \text{ cm}^3/\text{m}$, digunakan turap baja *box pile* dengan tipe CAZ 41 – 700 yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Lebar (b) = 1.400 mm
- Tinggi (h) = 1.002 mm
- Luas (A) = 628 cm^2
- Berat = 493 kg/m
- Momen inersia = 733.230 cm^4
- Modulus = 14.585 cm^3



Gambar 3.8 Sket penampang *box pile*.
Sumber : Arcelor Mittal, 2008.

3.4. Kontrol Kestabilan Lereng dengan Program Plaxis

Kontrol kestabilan lereng diperlukan untuk melihat pengaruh pemakaian turap untuk perkuatan kaki lereng. Dilakukan perhitungan secara numerik menggunakan program Plaxis. Adapun hasil yang ingin didapat dari program Plaxis adalah besarnya pergerakan tanah, momen yang terjadi pada turap kantilever dan faktor keamanan lereng.

Dari hasil perhitungan program Plaxis menggunakan tipe kalkulasi *plastic* untuk pergerakan tanah dan perhitungan menggunakan tipe kalkulasi *Phi/c reduction* untuk faktor keamanan lereng dan momen yang terjadi pada turap, didapat hasil seperti Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Hasil perhitungan program Plaxis untuk setiap lereng.

Lokasi Lereng (STA)	Total Displacements (m)	Faktor Keamanan	Momen (kN-m/m)
0 + 400	0,856	1,332	376,510
0 + 450	1,060	1,257	535,450
0 + 500	1,230	1,205	867,550
0 + 550	1,290	1,228	817,480

Dari Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa lereng masih tidak stabil karena faktor keamanan untuk tiap lereng kurang dari 1,5. Sedangkan turap masih bisa menahan momen yang terjadi karena momen maksimum yang bisa ditahan turap adalah $S_{\text{turap}} \times \sigma_{\text{all}} = 14,585 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 19.330 \text{ t/m}^2 = 281,928 \text{ t-m}$.

Karena lereng masih belum mencapai kestabilan yang diinginkan, maka perlu dilakukan perubahan pada geometri lereng dengan membuat trap pada badan lereng dan mengubah kemiringan lereng menjadi 1 : 1. Perkuatan pada lereng juga perlu ditambah dengan memasang turap di badan lereng. Spesifikasi turap yang dipakai sama dengan spesifikasi turap yang dipasang pada kaki lereng.

Perhitungan dengan program plaxis dilakukan kembali dengan geometri lereng yang telah diubah dan diperkuat oleh dua

buah turap yang dipasang pada kaki dan badan lereng. Adapun hasil kalkulasi oleh program Plaxis disajikan pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Hasil perhitungan program Plaxis untuk setiap lereng.

Lokasi Lereng	Total Displacements (m)	Faktor Keamanan	Momen 1* (kN-m/m)	Momen 2* (kN-m/m)
STA 0+400	$804,27 \times 10^{-3}$	1,421	230,950	518,260
STA 0+450	$774,59 \times 10^{-3}$	1,416	374,460	656,990
STA 0+500	$707,00 \times 10^{-3}$	1,414	300,360	831,940
STA 0+550	$689,47 \times 10^{-3}$	1,433	281,350	849,910

Ket: * Momen 1 adalah momen yang terjadi pada turap di kaki lereng, Momen 2 adalah momen yang terjadi pada turap di badan lereng.

Apabila melihat hasil perhitungan program Plaxis pada Tabel 4.13 dan membandingkannya dengan hasil pada Tabel 4.12, terjadi peningkatan pada nilai faktor keamanan tetapi tidak terlalu besar. Nilai faktor keamanan yang didapat pada setiap lereng masih belum mencapai 1,5, hal ini menunjukkan bahwa setiap lereng masih belum stabil meskipun geometrinya telah diubah dan diberi perkuatan tambahan di badan lereng menggunakan turap yang sama dengan turap yang dipakai pada kaki lereng.

Penyebab masih tidak amannya lereng terhadap kelongsoran antara lain disebabkan oleh:

1. Beban yang bekerja di atas lereng terlalu besar, sehingga lereng yang telah diberikan perkuatan berupa turap masih belum mampu menahan beban tersebut.
2. Lereng tersebut terlalu tinggi sehingga pergerakan tanah yang terjadi sangat besar, hal tersebut menyebabkan akan diperlukan perkuatan yang dilakukan tidak bekerja secara maksimal.

Untuk itu perlu dikaji metode penanggulangan kelongsoran lain yang cocok dengan permasalahan pada lereng-lereng tersebut.

3.5. Alternatif Penanggulangan Kelongsoran

Karena penanggulangan kelongsoran dengan memberikan perkuatan di kaki lereng berupa dinding penahan dan turap kantilever tidak dapat dilakukan, dicari alternatif penanggulangan kelongsoran lain dengan melihat penyebab-penyebab masih tidak amannya lereng terhadap kelongsoran. Untuk itu perlu dilakukan peninjauan terhadap ketinggian lereng dan beban yang bekerja diatas lereng.

A. Ketinggian Kritis Lereng

Suatu lereng memiliki ketinggian maksimum yang dimana pada ketinggian tersebut terjadi keseimbangan kritis. Untuk mencari ketinggian kritis suatu lereng, Fellenius (1927) dan Taylor (1937) memberikan suatu persamaan yaitu:

$$H_{cr} = \frac{c_u}{\gamma \cdot m}$$

dimana;

H_{cr} = Tinggi kritis (m)

C_u = Kohesi (t/m^2)

γ = Berat isi tanah (t/m^3)

m = angka stabilitas

Dilakukan perhitungan ketinggian kritis untuk setiap lokasi lereng. Data tanah, kemiringan lereng, angka stabilitas m , dan hasil perhitungan ketinggian kritis disajikan dalam Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Data dan hasil perhitungan ketinggian kritis untuk setiap lereng.

Lokasi Lereng	γ (t/m^3)	c (t/m^2)	ϕ ($^\circ$)	B ($^\circ$)	m	H_{cr} (m)
0+400	1,690	2,600	28,0	42	0,03	51,282
0+450	1,354	2,080	22,4	59	0,09	17,069
0+500	1,354	2,080	22,4	59	0,09	17,069
0+550	1,354	2,080	22,4	59	0,09	17,069

Hasil pada Tabel 3.5 menunjukkan bahwa ketinggian lereng pada STA 0+400 memenuhi ketinggian kritis, sedangkan ketinggian lereng pada STA 0+450, STA 0+500 dan STA 0+550 tidak memenuhi ketinggian kritis sehingga

ketinggian lereng di ketiga STA tersebut harus diturunkan dibawah ketinggian kritis.

Ketinggian setiap lereng harus diturunkan sampai lereng tersebut berada pada kestabilan yang aman. Lalu puncak lereng yang semula berjarak 6 meter dari jalan, diubah menjadi berjarak 3 meter dari jalan untuk lereng timbunan pada STA 0+450, STA 0+500 dan STA 0+550, sedangkan untuk lereng alami pada STA 0+400 tidak terjadi perubahan.

B. Pembebanan di Puncak Lereng

Pada perhitungan sebelumnya, pembebanan pada lereng akibat beban kendaraan dan beban konstruksi jalan sebesar $5,43 \text{ t/m}^2$ bekerja pada jalan selebar 12 meter. Akan tetapi dengan melihat gambar perencanaan jalan akses Jembatan Tayan, diketahui bahwa jarak 12 meter merupakan lebar keseluruhan jalan termasuk trotoar dan bahu jalan, sedangkan beban sebesar $5,43 \text{ t/m}^2$ merupakan beban akibat badan jalan saja. Untuk itu terjadi perubahan lebar pembebanan yang semula 12 meter menjadi 7 meter sesuai dengan gambar perencanaan bahwa badan jalan hanya selebar 7 meter.

C. Perhitungan Faktor Keamanan Lereng Setelah Perubahan

Perubahan tinggi lereng dan beban yang bekerja pada puncak lereng mempengaruhi kestabilan lereng tersebut. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap nilai faktor keamanan lereng.

Perhitungan faktor keamanan lereng dilakukan secara komputerisasi menggunakan tipe analisis SLOPE/W pada program GeoStudio. Adapun hasil perhitungan disajikan pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.5 Hasil perhitungan nilai faktor keamanan dengan ketinggian tertentu.

Lokasi Lereng (STA)	Nilai Faktor Keamanan Per Ketinggian			
	15 m	14 m	13 m	12 m
0+400	1,573	1,621	1,679	1,745
0+450	1,450	1,538	1,643	1,749
0+500	1,265	1,350	1,459	1,589
0+550	1,265	1,350	1,459	1,606

Tabel 4.15 diatas menunjukkan bahwa seluruh lereng aman pada ketinggian 12 meter, yang ditandai dengan nilai faktor keamanan lereng lebih besar dari 1,5. Untuk itu ketinggian lereng yang semula setinggi 18 meter harus diturunkan sampai ketinggian 12 meter agar mempunyai kestabilan yang aman tanpa adanya perkuatan pada lereng tersebut.

Ada alternatif lain yang dapat dilakukan apabila masih ingin mempertahankan ketinggian lereng setinggi 18 meter. Secara umum lereng tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang lebih kecil dari 1,5, oleh sebab itu untuk menaikkan kestabilannya dapat dilakukan dengan memberikan perkuatan pada kaki ataupun badan lereng berupa penulangan tanah seperti: tulangan jalur, *geogrid*, geotekstil atau tulangan dengan sistem angker untuk lereng timbunan; serta *soil nailing* untuk lereng alami.

Pemilihan perlakuan pada lereng diantaranya dengan menurunkan tinggi lereng atau memberikan perkuatan pada lereng untuk mencapai kestabilan lereng yang aman tentulah harus dilakukan sesuai dengan kaidah-kaidah ekonomis.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Setelah melakukan kajian tentang stabilitas lereng pada jalan akses Jembatan Tayan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis stabilitas lereng secara manual menggunakan metode *Simplified Bishop*

menunjukkan bahwa keempat lereng tidak stabil pada posisi *Toe Failure* dan *Base Failure*.

2. Analisis stabilitas lereng secara komputerisasi menggunakan SLOPE/W pada program GeoStudio juga menunjukkan bahwa keempat lereng tidak stabil pada posisi *Toe Failure* dan *Base Failure*.
3. Perkuatan lereng dengan memasang dinding penahan tanah pada kaki lereng tidak dapat dilakukan karena dinding penahan tanah tidak mampu menahan gaya *overturning*, *sliding* dan *bearing capacity*, sehingga digunakan perkuatan dengan memasang turap pada kaki lereng.
4. Perkuatan dengan turap yang dipasang pada kaki lereng tidak mampu mencegah kelongsoran. Hal ini ditunjukkan oleh perhitungan program Plaxis yang menghasilkan nilai faktor keamanan kurang dari 1,5.
5. Perubahan geometri lereng dan perkuatan dengan turap yang dipasang di kaki dan badan lereng juga tidak mampu mencegah kelongsoran. Perhitungan program Plaxis untuk kondisi ini menghasilkan nilai faktor keamanan yang masih kurang dari 1,5.
6. Dengan menurunkan tinggi lereng menjadi 12 meter, keempat lereng mencapai kestabilan yang aman tanpa adanya perkuatan pada lereng tersebut.

4.2. Saran

Dari seluruh kajian yang dilakukan dalam penulisan skripsi ini, diberikan saran sebagai berikut:

1. Tinggi keempat lereng harus diturunkan menjadi 12 meter apabila ingin mendapatkan kestabilan lereng yang aman tanpa adanya perkuatan.
2. Memberikan perkuatan berupa penulangan tanah pada kaki atau badan lereng apabila ingin mempertahankan tinggi lereng sebesar 18 meter atau hanya bisa menurunkan tinggi lereng menjadi 15 meter.

3. Pemilihan perlakuan terhadap lereng untuk mencapai kestabilan lereng yang aman perlu ditinjau dari aspek ekonomis.
4. Penggunaan metode *Simplified Bishop* dalam menganalisis stabilitas lereng harus dilakukan secara cermat, karena sedikit kesalahan dalam perhitungan akan memperangaruhi nilai faktor keamanan yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Saifuddin. 2008. *Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Irisan*. Sulawesi Selatan.
- Bowles, Joseph E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Duncan, J. Michael and Stephen G. Wright. 2005. *Soil Strength and Slope Stability*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Analisis dan Perancangan Pondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herawati, Desi. 2004. *Studi Stabilisasi Tanah pada Lereng Menggunakan Campuran Semen (Kasus : Kelongsoran Ruas Jalan Singkawang-Bengkayang pada Kilometer +196-300 Gunung Mendering Kabupaten Bengkayang)*. Universitas Tanjungpura. Pontianak. (Skripsi)
- Rankine, W. M. J. 1957. "On Stability on Loose Earth," *Philosophic Transactions of Royal Society*. London.
- Terzaghi, Karl & Peck, Ralph B. 1993. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.